

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

04.03.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月25日

出願番号

Application Number:

特願2002-083131

[ST.10/C]:

[JP2002-083131]

出願人

Applicant(s):

住友電工スチールワイヤー株式会社

REC'D 23 MAY 2003

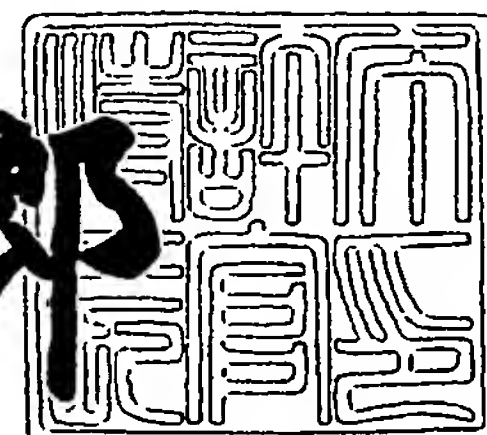
WIPO

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3024618

【書類名】 特許願

【整理番号】 102I0098

【提出日】 平成14年 3月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 23/00
C22C 23/02
C22F 1/06

【発明者】

 【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

 【氏名】 大石 幸広

【発明者】

 【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

 【氏名】 河部 望

【特許出願人】

 【識別番号】 000002130

 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100100147

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山野 宏

【選任した代理人】

 【識別番号】 100070851

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 青木 秀實

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 特願2001-170161

 【出願日】 平成13年 6月 5日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-287806

【出願日】 平成13年 9月 20日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-398168

【出願日】 平成13年12月27日

【先の出願に基づく優先権主張】 ,

【出願番号】 特願2002- 57861

【出願日】 平成14年 3月 4日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002- 57870

【出願日】 平成14年 3月 4日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002- 62367

【出願日】 平成14年 3月 7日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002- 62432

【出願日】 平成14年 3月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056188

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715686

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マグネシウム基合金管及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

引張強度が280MPa以上、

伸びが5%以上であることを

特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 2】 引張強度が300MPa以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 3】 伸びが5%以上12%未満であることを特徴とする請求項 1 に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 4】 伸びが12%以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 5】 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

YP比が0.75以上であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 6】 YP比が0.75以上0.90未満であることを特徴とする請求項 5 に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 7】 YP比が0.90以上であることを特徴とする請求項 5 に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 8】 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

0.2%耐力が220MPa以上であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 9】 0.2%耐力が250MPa以上であることを特徴とする請求項 8 に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 10】 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

管を構成する合金の平均結晶粒径が10 μ m以下であることを特徴とするマグネ

シウム基合金管。

【請求項 1 1】 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

管を構成する合金の結晶粒径が、微細な結晶粒と粗大な結晶粒の混粒組織であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 1 2】 管を構成する合金が平均粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の結晶粒と、平均粒径 $15\mu\text{m}$ 以上の結晶粒との混合組織であることを特徴とする請求項11に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 1 3】 平均粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の結晶粒の面積率が、全体の10%以上であることを特徴とする請求項12に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 1 4】 質量%で、Zn : 1.0~10.0%、Zr : 0.4~2.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

引張強度が300MPa以上、

伸びが5%以上であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 1 5】 伸びが5%以上12%未満であることを特徴とする請求項14に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 1 6】 伸びが12%以上であることを特徴とする請求項14に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 1 7】 質量%で、Zn : 1.0~10.0%、Zr : 0.4~2.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

YP比が0.75以上であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 1 8】 YP比が0.75以上0.90未満であることを特徴とする請求項17に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 1 9】 YP比が0.90以上であることを特徴とする請求項17に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 2 0】 質量%で、Zn : 1.0~10.0%、Zr : 0.4~2.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

0.2%耐力が220MPa以上であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 2 1】 0.2%耐力が250MPa以上であることを特徴とする請求項20

に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 2 2】 質量%で、Zn : 1.0~10.0%、Zr : 0.4~2.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

管を構成する合金の平均結晶粒径が $10\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 2 3】 質量%で、Zn : 1.0~10.0%、Zr : 0.4~2.0%を含むマグネシウム基合金管であって、

管を構成する合金の結晶粒径が、微細な結晶粒と粗大な結晶粒の混粒組織であることを特徴とするマグネシウム基合金管。

【請求項 2 4】 管を構成する合金が平均粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の結晶粒と、平均粒径 $15\mu\text{m}$ 以上の結晶粒との混合組織であることを特徴とする請求項23に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 2 5】 平均粒径 $3\mu\text{m}$ 以下の結晶粒の面積率が、全体の10%以上であることを特徴とする請求項24に記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 2 6】 管表面の表面粗さが $Rz \leq 5\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1~25のいずれかに記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 2 7】 管表面の軸方向残留引張応力が80MPa以下であることを特徴とする請求項1~25のいずれかに記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 2 8】 管の外径の偏径差が0.02mm以下であることを特徴とする請求項1~25のいずれかに記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 2 9】 管の横断面形状が、非円形断面であることを特徴とする請求項1~25のいずれかに記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 3 0】 更に質量%でZn : 0.1~2.0%及びSi : 0.3~2.0%の少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項1~13のいずれかに記載のマグネシウム基合金管。

【請求項 3 1】 下記の(A)~(C)のいずれかの化学成分からなるマグネシウム基合金の原料母材を用意する工程と、

(A) : 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金母材

(B) : 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含み、さらにZn : 0.1~2.0%及びSi : 0.3~2.0%の少なくとも1種を含むマグネシウム基合金母材

(C) : 質量%で、Zn : 1.0~10.0%、Zr : 0.4~2.0%を含むマグネシウム基合金母材

前記母材を50℃以上の温度にて引き抜き加工して管状体に加工する工程とを具えることを特徴とするマグネシウム基合金管の製造方法。

【請求項 3 2】 引き抜き加工の温度が100℃以上300℃以下であることを特徴とする請求項31に記載のマグネシウム基合金管の製造方法。

【請求項 3 3】 引き抜き加工の一回の加工における断面減少率が5%以上であることを特徴とする請求項31に記載のマグネシウム基合金管の製造方法。

【請求項 3 4】 引き抜き加工は複数のダイスにより多段階に行われることを特徴とする請求項31に記載のマグネシウム基合金管の製造方法。

【請求項 3 5】 さらに、引き抜き加工して得られた管状体を150℃以上に加熱する熱処理工程とを具えることを特徴とする請求項31に記載のマグネシウム基合金管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高強度のマグネシウム基合金管及びその製造方法に関するものである。特に、軽量が要求される構造材に最適なマグネシウム基合金管及びその製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来技術】

従来、マグネシウム基合金は、アルミニウムよりも軽く、比強度、比剛性が鋼やアルミニウムよりも優れており、航空機部品、自動車部品などの他、各種電気製品のボディーなどにも広く利用されている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、Mg及びその合金は、最密六方格子構造であるため、延性に乏しく、塑

性加工性が極めて悪い。そのため、Mg及びその合金の管を得ることは極めて困難であった。

【 0 0 0 4 】

また、鑄造材を熱間押出しすることで管状体を得られるものの強度が低く、得られた管を構造材として用いることは難しかった。例えば、この熱間押出しによって得られた管は、アルミニウム合金の管と比較しても優れた強度のものではなく、YP比(0.2%耐力/引張強度)も0.5~0.75未満と小さいものであった。

【 0 0 0 5 】

従って、本発明の主目的は、強度と靱性に優れたマグネシウム基合金管及びその製法を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

また、本発明の他の目的は、YP比が高いマグネシウム基合金管とその製造方法を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、通常困難であるマグネシウム基合金の引き抜き加工について種々の検討を行った結果、引き抜き加工の際の加工温度を限定し、更に必要に応じて引き抜き加工後、所定の熱処理を組み合わせることで、高強度で高いYP比や高い延性を両立する管が得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 0 8 】

(マグネシウム基合金管)

【 0 0 0 9 】

即ち、本発明のマグネシウム基合金管の第1の特徴は、下記の(A)~(C)のいずれかの化学成分からなるマグネシウム基合金であって、引張強度を280MPa以上、伸びを5%以上としたことにある。

【 0 0 1 0 】

(A) : 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金

(B) : 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含み、さらにZn : 0.1~2.0%及びSi : 0.3~2.0%の少なくとも1種を含むマグネシウム基合金

(C) : 質量%で、Zn : 1.0~10.0%、Zr : 0.4~2.0%を含むマグネシウム基合金

【 0 0 1 1 】

本発明管に用いられるマグネシウム基合金には、鑄造用マグネシウム基合金と展伸用マグネシウム基合金のいずれも利用することができる。より具体的には、例えば、ASTM記号におけるAZ系、AS系、AM系、ZK系などが利用できる。また、Alの含有量として、質量%で0.1~2.0%未満のものと、2.0~12.0%のものとを区別してもよい。上記化学成分の他にはMg及び不可避的不純物が含まれる合金として利用されることが一般的である。不可避的不純物には、Fe、Si、Cu、Ni、Caなどが挙げられる。

【 0 0 1 2 】

AZ系においてAlの含有量が2.0~12.0質量%となるものとして、例えば、AZ31、AZ61、AZ91などが挙げられる。AZ31は、例えば、質量%でAl : 2.5~3.5%、Zn : 0.5~1.5%、Mn : 0.15~0.5%、Cu : 0.05%以下、Si : 0.1%以下、Ca : 0.04%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ61は、例えば、質量%でAl : 5.5~7.2%、Zn : 0.4~1.5%、Mn : 0.15~0.35%、Ni : 0.05%以下、Si : 0.1%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ91はAl : 8.1~9.7%、Zn : 0.35~1.0%、Mn : 0.13%以上、Cu : 0.1%以下、Ni : 0.03%以下、Si : 0.5%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ系においてAlの含有量が0.1~2.0質量%未満となるものとして、例えば、AZ10、AZ21などが挙げられる。AZ10は、例えば、質量%でAl : 1.0~1.5%、Zn : 0.2~0.6%、Mn : 0.2%以上、Cu : 0.1%以下、Si : 0.1%以下、Ca : 0.4%以下を含有するマグネシウム基合金である。AZ21は、例えば、質量%でAl : 1.4~2.6%、Zn : 0.5~1.5%、Mn : 0.15~0.35%、Ni : 0.03%以下、Si : 0.1%以下を含有するマグネシウム基合金である。

【 0 0 1 3 】

AS系においてAlの含有量が2.0~12.0質量%となるものとして、例えば、AS41などが挙げられる。AS41は、例えば、Al : 3.7~4.8%、Zn : 0.1%以下、Cu : 0.15%以下、Mn : 0.35~0.60%、Ni : 0.001%以下、Si : 0.6~1.4%を含有するマグネシウム基合金である。AS系においてAlの含有量が0.1~2.0質量%未満となるものとしてAS21などが挙げられる。AS21は、例えば、質量%でAl : 1.4~2.6%、Zn

: 0.1%以下、Cu : 0.15%以下、Mn : 0.35~0.60%、Ni : 0.001%、Si : 0.6~1.4%を含有するマグネシウム基合金である。

【 0 0 1 4 】

AM系におけるAM60はAl : 5.5~6.5%、Zn : 0.22%以下、Cu : 0.35%以下、Mn : 0.13%以上、Ni : 0.03%以下、Si : 0.5%以下を含有するマグネシウム基合金である。AM100はAl : 9.3~10.7%、Zn : 0.3%以下、Cu : 0.1%以下、Mn : 0.1~0.35%、Ni : 0.01%以下、Si : 0.3%以下を含有するマグネシウム基合金である。

【 0 0 1 5 】

ZK系におけるZK60はZn : 4.8~6.2%、Zr : 0.45%以上を含有するマグネシウム基合金である。

【 0 0 1 6 】

マグネシウム単体では十分な強度を得ることが難しいが、上記のようにAl : 0.1質量%以上12.0質量%、Mn : 0.1質量%以上1.0質量%以下を含むことで好ましい強度が得られる。また、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%に、さらに付加するZnおよびSiの少なくとも一方におけるより好ましい含有量は、Zn : 0.1~2.0%、Si : 0.3~2.0%である。このような元素を含有することで、後述する製造方法により、強度だけでなく靱性にも優れたマグネシウム基合金管を得ることができる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明管は、上記の引張強度及び伸びを具えることで高い強度と優れた靱性とを兼ね備えるため、従来材と比較して比強度が大きく、特に強度が要求される軽量分野の構造材への使用が可能になる。そして、このように優れた強度と靱性とを具えることで、上記構造材として使用された際の安全性を確保することができる。本発明においてより好ましい引張強度は300MPa以上、さらに好ましい引張強度は320MPa以上である。また、より好ましい伸びは8%以上、特に好ましい伸びは15%以上である。さらに、伸びが5%以上12%未満のものと、伸びが12%以上のものを区別しても良い。

【 0 0 1 8 】

本発明マグネシウム基合金管の第2の特徴は、上記の化学成分を有するマグネ

シウム基合金管であって、YP比を0.75以上としたことにある。

【 0 0 1 9 】

YP比は「0.2%耐力/引張強度」で表される比率である。マグネシウム基合金を構造材として適用する場合、高強度であることが望まれる。その際、実際の使用限界は引張強度ではなく0.2%耐力の大きさによって決定されることから、高強度のマグネシウム基合金を得るためには、引張強度の絶対値を上げるだけでなく、YP比を大きくする必要がある。従来の熱間押出しによって得られたマグネシウム基合金管のYP比は0.5～0.75未満であり、一般的な構造用材料と比較して決して大きくなく、YP比の増大が要求されていた。そこで、本発明は、引き抜き加工の際の加工温度、加工度、加工温度への昇温速度、引抜速度を特定したり、引き抜き加工後に所定の熱処理を施したりすることで、0.75以上と従来よりもYP比が大きいマグネシウム基合金管を得ることができる。

【 0 0 2 0 】

例えば、加工温度：50℃以上300℃以下（より好ましくは100℃以上200℃以下、さらに好ましくは100℃以上150℃以下）、加工度：引き抜き加工1回に対して5%以上（より好ましくは10%以上、特に好ましくは20%以上）、加工温度への昇温速度：1℃/sec～100℃/sec、引抜速度：1m/sec以上で引き抜き加工を行うことで、YP比が0.90以上のマグネシウム基合金管を得ることができる。更に、上記引き抜き加工後に冷却し、温度150℃以上（好ましくは200℃以上）300℃以下、保持時間：5min以上の熱処理を施すことで、YP比が0.75以上0.90未満のマグネシウム基合金管を得ることができる。YP比は大きい方が強度に優れるが、曲げ加工などの後加工が必要な場合には加工性に劣ることになるため、YP比：0.75以上0.90未満のマグネシウム基合金管は、特に、製造性をも考慮すると実用的である。より好ましいYP比は、0.80以上0.90未満である。

【 0 0 2 1 】

本発明マグネシウム基合金管の第3の特徴は、上記の化学成分を有するマグネシウム基合金管であって、0.2%耐力を220MPa以上としたことにある。

【 0 0 2 2 】

上記のように構造材の使用限界は、0.2%耐力の大きさによって決定される。

そこで、本発明は、引き抜き加工の際の加工温度、加工度、加工温度への昇温速度、引抜速度を特定することで、従来材と比較して比耐力が大きい、具体的には0.2%耐力：220MPa以上のマグネシウム基合金管を得ることができる。より好ましい0.2%耐力は250MPa以上である。

【 0 0 2 3 】

本発明マグネシウム基合金管の第4の特徴は、上記化学成分のマグネシウム基合金管であって、管を構成する合金の平均結晶粒径を $10\mu\text{m}$ 以下としたことにある。

【 0 0 2 4 】

マグネシウム基合金の平均結晶粒径を微細化し、強度と靱性のバランスがとれたマグネシウム基合金管を得ることができる。平均結晶粒径の制御は、引き抜き加工の際の加工度や加工温度、引き抜き加工後の熱処理温度などを調整することにより行う。平均結晶粒径を $10\mu\text{m}$ 以下にするには、引き抜き加工後、 200°C 以上で熱処理を行うことが好ましい。

【 0 0 2 5 】

特に、平均結晶粒径が $5\mu\text{m}$ 以下の微細な結晶構造とすれば、より一層強度と靱性のバランスがとれたマグネシウム基合金管を得ることができる。平均結晶粒径が $5\mu\text{m}$ 以下の微細な結晶構造は、引き抜き加工後に好ましくは 200°C 以上 250°C 以下の熱処理を施すことで得ることができる。

【 0 0 2 6 】

本発明マグネシウム基合金管の第5の特徴は、上記化学成分のマグネシウム基合金管であって、管を構成する合金の組織を微細な結晶粒と粗大な結晶粒の混粒組織としたことにある。

【 0 0 2 7 】

結晶粒を混粒組織とすることで、強度と靱性を兼ね備えたマグネシウム基合金管を得ることができる。結晶粒の混合組織の具体例としては、 $3\mu\text{m}$ 以下の平均粒径を持つ微細な結晶粒と、 $15\mu\text{m}$ 以上の平均粒径を持つ粗大な結晶粒との混合組織が挙げられる。中でも $3\mu\text{m}$ 以下の平均粒径を有する結晶粒の面積率を全体の10%以上とすることで、一層強度と靱性に優れるマグネシウム基合金管を得ること

ができる。このような混粒組織は後述する引き抜き加工と、引き抜き後の熱処理の組合せにより得ることができる。特に、その熱処理は150℃以上200℃未満で行うことが好ましい。

【 0 0 2 8 】

本発明マグネシウム基合金管の第6の特徴は、上記の化学成分のマグネシウム基合金管であって、管を構成する合金表面の表面粗さを $Rz \leq 5 \mu m$ としたことにある。本発明マグネシウム基合金管の第7の特徴は、上記の化学成分のマグネシウム基合金管であって、管表面の軸方向残留引張応力を80MPa以下としたことにある。そして、本発明マグネシウム基合金管の第8の特徴は、上記の化学成分のマグネシウム基合金管であって、管の外径の偏径差を0.02mm以下としたことにある。偏径差とは、管の同一断面における外径の最大値と最小値との差である。

【 0 0 2 9 】

マグネシウム基合金管において、表面が平滑であったり、軸方向残留引張応力が一定値以下、管の外径の偏径差が一定値以下であることで、曲げ加工などの加工の際において精度を向上させることができ、精密加工性に優れる。

【 0 0 3 0 】

管表面粗さの制御は、主に引き抜き加工時の加工温度を調整することにより行うことができる。その他、引抜速度や潤滑剤の選定などによっても表面粗さは影響を受ける。軸方向残留引張応力の調整は、引き抜き加工条件(温度、加工度)などで調整することができる。

【 0 0 3 1 】

本発明マグネシウム基合金管の第9の特徴は、上記の化学成分のマグネシウム基合金管であって、管外形の横断面形状を非円形としたことにある。

【 0 0 3 2 】

管の外周及び内周の断面形状は最も一般的には円形(同心円)である。しかし、靱性にも優れる本発明管では、円形状に限らず、断面が楕円や矩形・多角形などの異形管とすることも容易にできる。管外形の断面形状を非円形にするには、ダイスの形状を変えることで容易に対応できる。また、構造材によっては、管の外周面の一部に凹凸を設けるなどして、長手方向の横断面形状が部分的に異なる場

合も考えられる。この長手方向の横断面形状が異なる異形管は、引き抜いた管を転造するなどして得られる。本発明管は、異形管としても管外形の横断面形状が円形のものと同様の特性が得られ、異形管が要求される自転車や自動二輪車をはじめとする各種のフレーム材などの構造材へも適用可能である。

【 0 0 3 3 】

(マグネシウム基合金管の製造方法)

本発明マグネシウム基合金管の製造方法は、下記の(A)～(C)のいずれかの化学成分からなるマグネシウム基合金母材を用意する工程と、前記母材を50℃以上の温度にて引き抜き加工して管状体に加工する工程とを具えることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

(A) : 質量%で、Al : 0.1～12.0%、Mn : 0.1～1.0%を含むマグネシウム基合金母材

(B) : 質量%で、Al : 0.1～12.0%、Mn : 0.1～1.0%を含み、さらにZn : 0.1～2.0%及びSi : 0.3～2.0%の少なくとも1種を含むマグネシウム基合金母材

(C) : 質量%で、Zn : 1.0～10.0%、Zr : 0.4～2.0%を含むマグネシウム基合金
質量%で、Al : 0.1～12.0%、Mn : 0.1～1.0%を含むマグネシウム基合金母材

【 0 0 3 5 】

本発明方法により、強度に加え軽量であることが要求される構造材、例えば、椅子、テーブル、登山用ステッキなどに用いられるパイプや、自転車などのフレーム用パイプなどに最適なマグネシウム基合金管を得ることができる。また、本発明方法により得られた管は、引き抜き加工後に150℃以上の熱処理を施すことなく管として利用できる。

【 0 0 3 6 】

原料母材は、鋳造または押し出しなどにより得られた原管材を利用することができる。管の引き抜き加工は、上記母材を穴ダイスなどに通すことで行う。その際、原管材の内部に特定の部材を配置させないで穴ダイスを通過させる空引きだけでなく、原管材の内部に楔状のプラグを配置するプラグ引き(固定プラグ、浮きプラグ)、長尺のマンドレルを管全長に配置するマンドレル引きなど、銅合金やアルミニウム合金などの管引き抜きに用いられる工具を用いてもよい。この引

引き抜き加工は、加工温度を50℃以上として行う。加工温度を50℃以上とすることで管の加工が容易となる。但し、加工温度が高くなると、強度低下を招くため、加工温度は、好ましくは100℃以上300℃以下、さらに好ましくは200℃以下、特に好ましくは150℃以下とする。本発明では、ダイスの前にヒータを設置して、ヒータの加熱温度を加工温度としている。

【 0 0 3 7 】

この加工温度への昇温速度は、1℃/sec～100℃/secとすることが好ましい。また、引き抜き加工の引抜速度は1m/min以上が好適である。

【 0 0 3 8 】

引き抜き加工は、ダイスを複数用いて、多段階に行うこともできる。この繰り返し多パスの引き抜き加工を行うことで、より細径の管を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

一回の引き抜き加工における断面減少率は5%以上が好ましい。低加工度では得られる強度が小さいため、断面減少率5%以上の加工を行うことで、適切な強度と靱性の管を容易に得ることができる。より好ましい1パス当たりの断面減少率は10%以上、特に好ましくは20%以上である。ただし、加工度が大きくなりすぎると実際に加工できないため、1パス当たりの断面減少率の上限は40%程度以下である。

【 0 0 4 0 】

引き抜き加工におけるトータルの断面減少率は15%以上であることが好適である。より好ましいトータル断面減少率は25%以上である。このようなトータル断面減少率15%以上の引き抜き加工により、強度と靱性を兼ね備えた管を得ることが可能になる。

【 0 0 4 1 】

引き抜き加工後の冷却速度は0.1℃/sec以上が好ましい。この下限値を下回ると結晶粒の成長を促進してしまうからである。冷却手段は、空冷のほか、衝風などが挙げられ、速度の調整は、風速、風量などにより行うことができる。

【 0 0 4 2 】

さらに、引き抜き加工の後、管を150℃以上(好ましくは200℃以上)300℃以下

に加熱することで、靱性をより向上させることができる。この加熱温度の保持時間は5～20分程度が好ましい。この加熱処理は、引き抜き加工で導入された歪みの回復と再結晶の促進が可能となる。

【 0 0 4 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

(実施例1)

AZ31合金及びAZ61合金の押出原管材(外径 ϕ 15.0mm、肉厚1.5mm)を用いて、種々の温度にて外径 ϕ 12.0mmまで引き抜き加工を行い、種々の管を得た。用いたAZ31合金の押出材は、質量%でAl : 2.9%、Zn : 0.77%、Mn : 0.40%を含み、残部がMg及び不可避免的不純物からなるマグネシウム基合金、AZ61合金の押出材は、質量%でAl : 6.4%、Zn : 0.77%、Mn : 0.35%を含み、残部がMg及び不可避免的不純物からなるマグネシウム基合金からなるものである。引き抜き加工は、空引きにより2パスにて行い、1パス目で ϕ 13.5mmに加工した後、2パス目で ϕ 12.0mmまで加工を行った。1パス目の断面減少率は10.0%、2パス目の断面減少率は12.3%、トータルの断面減少率は21.0%であり、引き抜き後の管の冷却は、空冷で行い、冷却速度は1～5℃/secであった。加工温度は、ダイスの前にヒータを設置し、ヒータの加熱温度を加工温度としており、後述する実施例2以降についても同様である。加工温度への昇温速度は1～2℃/sec、引抜速度は10m/minである。得られた引き抜き管の特性を表1に示す。

【 0 0 4 4 】

【表 1】

合金種	試料 No.	加工温度 ℃	断面減少率 %	引張強度 MPa	破断伸び %	0.2%耐力 MPa	YP 比
AZ31	1-1	加工無し(押出材)		245	9.0	169	0.69
	1-2	20	21	加工できず			
	1-3	50	21	395	6.0	380	0.96
	1-4	100	21	380	8.0	362	0.95
	1-5	200	21	345	10.5	321	0.93
	1-6	300	21	303	11.5	279	0.92
AZ61	1-7	加工無し(押出材)		285	6.0	188	0.66
	1-8	20	21	加工できず			
	1-9	50	21	462	6.0	432	0.94
	1-10	100	21	451	8.0	422	0.94
	1-11	200	21	439	8.5	408	0.93
	1-12	300	21	412	10.5	382	0.93

【 0 0 4 5】

表1に示すようにAZ31及びAZ61合金の押出材(試料No.1-1及び1-7)は、引張強度290MPa以下、0.2%耐力190MPa以下、YP比0.70以下、伸び6～9%である。一方、50℃以上の温度にて引き抜き加工を行った試料No.1-3～1-6及び1-9～1-12は、5%以上の優れた伸びと共に、300MPa以上の高い引張強度、250MPa以上の0.2%耐力、0.90以上のYP比を有している。即ち、これらの試料は、靱性を大きく低下させることなく、強度を向上できていることがわかる。これらの試料のうち、加工温

度を100℃以上300℃以下とした試料No.1-4～1-6及びNo.1-10～1-12は、伸びが8%以上とより高い値を有しており、靱性の点で特に優れている。従って、伸びを考慮すると、引き抜きの際の加工温度は、100℃以上300℃以下が好ましいことがわかる。これに対して、引き抜き温度が300℃を超えると、引張強度の上昇率は小さく、また20℃の室温にて引き抜き加工を行った試料No.1-2及び1-8は、断線のため加工できなかった。従って、50℃以上300℃以下(好ましくは100℃以上300℃以下)の加工温度で、より優れた強度－靱性バランスを示すことがわかる。

【 0 0 4 6 】

得られた試料No.1-3～1-6及び1-9～1-12は、3パス以上の多パスの繰り返し引き抜き加工も可能であった。また、これらの試料No.1-3～1-6及び1-9～1-12の表面粗さはRzで5μm以下であった。これらの試料No.1-3～1-6及び1-9～1-12の管表面の軸方向残留引張応力もX線回折により求めたところ、同応力は80MPa以下であった。更に、管外径の偏径差(管外形の同一断面における径の最大値と最小値との差)は0.02mm以下であった。

【 0 0 4 7 】

(実施例2)

AZ31合金及びAZ61合金の押出原管材(外径φ15.0mm、肉厚1.5mm)を用いて、断面減少率を変えて引き抜き加工を行い、外径の異なる種々の管を得た。用いたAZ31合金の押出材は、質量%でAl:2.9%、Zn:0.77%、Mn:0.40%を含み、残部がMg及び不可避的不純物からなるマグネシウム基合金、AZ61合金の押出材は、質量%でAl:6.4%、Zn:0.77%、Mn:0.35%を含み、残部がMg及び不可避的不純物からなるマグネシウム基合金からなるものである。引き抜き加工は、空引きにより1パスにて行い、断面減少率をそれぞれ5.5%(引き抜き後の外径φ14.20mm)、10.0%(同φ13.5mm)、21.0%(同φ12.0mm)とした。加工温度は150℃、引き抜き後の冷却速度は1～5℃/sec、加工温度への昇温速度は1～2℃/sec、引抜き速度は10m/minである。得られた引き抜き管の特性を表2に示す。

【 0 0 4 8 】

【表 2】

合金種	試料 No.	加工温度 ℃	断面減少率 %	引張強度 MPa	破断伸び %	0.2%耐力 MPa	YP 比
AZ31	2-1	加工無し(押出材)		245	9.0	169	0.69
	2-2	150	5.5	302	10.5	275	0.91
	2-3	150	10	325	9.5	302	0.93
	2-4	150	21	362	8.0	342	0.94
AZ61	2-5	加工無し(押出材)		285	6.0	188	0.66
	2-6	150	5.5	362	10.5	327	0.90
	2-7	150	10	408	9.5	382	0.94
	2-8	150	21	445	8.0	425	0.96

【 0 0 4 9 】

表2に示すようにAZ31及びAZ61合金の押出材(試料No.2-1及び2-5)は、引張強度290MPa以下、0.2%耐力190MPa以下、YP比0.70以下、伸び6～9%である。一方、断面減少率5%以上の引き抜き加工を行った試料No.2-2～2-4及び2-6～2-8は、8%以上の優れた伸びと共に、300MPa以上の高い引張強度、250MPa以上の0.2%耐力、0.90以上のYP比を有している。即ち、これらの試料は、断面減少率5%以上の引き抜き加工を行うことで靱性を大きく低下させることなく、強度を向上でき

ていることがわかる。

【 0 0 5 0 】

また、得られた試料No.2-2～2-4及び2-6～2-8は、表面粗さがRzで5 μ m以下、X線回折で求めた管表面の軸方向残留引張応力が80MPa以下、管外径の偏径差が0.02mm以下であった。

【 0 0 5 1 】

(実施例3)

質量%で、Al : 1.2%、Zn : 0.4%、Mn : 0.3%を含み、残部がMgおよび不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金(AZ10合金)の押出原管材、質量%でAl : 4.2%、Si : 1.0%、Mn : 0.40%を含み、残部がMg及び不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金(AS41合金)の押出原管材、質量%でAl : 1.9%、Si : 1.0%、Mn : 0.45%を含み、残部がMg及び不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金(AS21合金)の押出原管材を用いて、150℃の温度にて外径 ϕ 12.0mmまで引き抜き加工を行って管を得た。各押出原管材はいずれも外径 ϕ 15.0mm、肉厚1.5mmである。引き抜きの際の温度を150℃にした以外は、実施例1と同様に引き抜き加工を行った。比較として、同様の方法で、引き抜きの際の温度を20℃にした試料も作製した。得られた引き抜き管の特性を表3に示す。

【 0 0 5 2 】

【表 3】

合金種	試料 No.	加工温度 ℃	断面減少率 %	引張強度 MPa	破断伸び %	0.2%耐力 MPa	YP 比
AZ10	3-1	加工無し(押出材)		210	10	120	0.57
	3-2	20	21	加工できず			
	3-3	150	21	325	9.0	304	0.94
AS41	3-4	加工無し(押出材)		251	9.0	148	0.59
	3-5	20	21	加工できず			
	3-6	150	21	371	9.0	345	0.93
AS21	3-7	加工無し(押出材)		210	10.5	135	0.64
	3-8	20	21	加工できず			
	3-9	150	21	330	9.5	310	0.94

【 0 0 5 3 】

表3に示すようにいずれの合金の押出材(試料3-1、3-4、3-7)も、引張強度260MPa以下、0.2%耐力150MPa以下、YP比0.65以下、伸び9～10.5%である。一方、断面減少率5%以上の引き抜き加工を行った試料No.3-3、3-6、3-9は、9.0%以上の優れた伸びと共に、300MPa以上の高い引張強度、250MPa以上の0.2%耐力、0.90以上のYP比を有している。即ち、これらの試料は、断面減少率5%以上の引き抜き加工を行うことで靱性を大きく低下させることなく、強度を向上できているこ

とがわかる。また、得られた試料No.3-3、3-6、3-9は、表面粗さがRzで5 μ m以下、X線回折で求めた管表面の軸方向残留引張応力が80MPa以下、管外径の偏径差が0.02mm以下であった。

【 0 0 5 4 】

(実施例4)

AZ31合金およびAZ61合金の押出原管材(外径 ϕ 15.0mm、肉厚1.5mm)を用いて、外径 ϕ 12.0mmまで引き抜き加工を行い、引き抜き加工後、種々の温度で熱処理を施し、種々の管を得た。用いたAZ31合金の押出材は、質量%でAl:2.9%、Zn:0.77%、Mn:0.40%を含み、残部がMg及び不可避的不純物からなるマグネシウム基合金、AZ61合金の押出材は、質量%でAl:6.4%、Zn:0.77%、Mn:0.35%を含み、残部がMg及び不可避的不純物からなるマグネシウム基合金からなるものである。引き抜き加工は、150℃の温度にて空引きにより1パスにて行った。断面減少率は21.0%であった。加工温度は、ダイスの前にヒータを設置し、ヒータの加熱温度を加工温度とした。加工温度への昇温速度は1~2℃/sec、引抜速度は10m/minである。引き抜き後の管の冷却は、空冷で冷却速度:約1~5℃/secにて実施し、室温まで冷却後、改めて100~300℃の温度にて15分間の加熱処理を行った。

【 0 0 5 5 】

得られた管の引張強度、0.2%耐力、破断伸び、YP比、結晶粒径を調査した。平均結晶粒径は、管の断面組織を顕微鏡にて拡大し、視野内における複数の結晶の粒径を測定して、その平均値を求めた。結果を表4及び表5に示す。

【 0 0 5 6 】

【表 4】

合金種	試料 No.	熱処理温度 ℃	引張強度 MPa	0.2%耐力 MPa	YP 比	破断伸び %	平均結晶粒径 μm
AZ31	4-1	なし	362	342	0.94	7.5	17.5
	4-2	100	360	335	0.93	7.0	17.2
	4-3	150	335	298	0.89	12.5	混粒
	4-4	200	312	265	0.85	17.0	3.8
	4-5	250	301	240	0.80	19.0	4.3
	4-6	300	295	225	0.76	20.0	7.5
	4-7	押出材	245	169	0.69	9.0	18.8

【 0 0 5 7 】

【表 5】

合金種	試料 No.	熱処理温度 ℃	引張強度 MPa	0.2%耐力 MPa	YP 比	破断伸び %	平均結晶粒径 μm
AZ61	5-1	なし	445	425	0.96	7.5	17.3
	5-2	100	443	421	0.95	6.0	17.0
	5-3	150	425	380	0.89	12.0	混粒
	5-4	200	375	325	0.87	18.0	3.9
	5-5	250	359	292	0.80	19.0	4.6
	5-6	300	338	261	0.77	18.0	7.8
	5-7	押出材	285	188	0.66	6.0	20.3

【 0 0 5 8 】

表 4， 5 から明らかなように、AZ31 及び AZ61 合金のいずれにおいても、引き抜き加工及び熱処理を行っていない押出材(試料 No. 4-7 及び 5-7)と比較して、引き抜き加工後に 150℃ 以上の熱処理を行った試料 No. 4-3～4-6 及び 5-3～5-6 は、伸び及び強度の大幅な向上が確認できる。具体的には、これらの試料 No. 4-3～4-6 及び 5-3～5-6 は、引張強度 280MPa 以上、0.2% 耐力 220MPa 以上、YP 比 0.75 以上 0.90 未満、伸び 12% 以上であり、延性と強度の両立した特性を示す。特に熱処理温度

が200℃以上の試料No.4-4～4-6及び5-4～5-6は、伸びが17%以上であり、より靱性に優れていることがわかる。このうち、熱処理温度が200℃以上250℃以下の試料No.4-4、4-5及び5-4、5-5は、引張強度300MPa以上、0.2%耐力240MPa以上、YP比0.80以上0.90未満、伸び17%以上と強度と延性のバランスがより良好である。

【 0 0 5 9 】

また、引き抜き加工後に150℃以上の熱処理を行った試料No.4-3～4-6及び5-3～5-6は、引き抜き加工後、温度100℃で熱処理を行った試料No.4-2及び5-2、引き抜き加工後、熱処理を施していない試料No.4-1及び5-1とを比較すると、引張強度、0.2%耐力、YP比は低下するものの、伸びが大きく上昇していることが確認できる。一方、熱処理温度が300℃を越えると引張強度の上昇分が小さくなり、好ましくは300℃以下の熱処理が望まれる。従って、引き抜き加工後、150℃以上300℃以下(好ましくは200℃以上300℃以下)の熱処理を行うことで、靱性により優れると共に、高い強度を有する管が得られることがわかる。

【 0 0 6 0 】

ここで得られた試料の平均結晶粒径は、表4及び5に示すように押出材(試料No.4-7及び5-7)や100℃以下の熱処理材(試料No.4-1、4-2及び5-1、5-2)は、15 μ m以上の大きな結晶粒径を示した。これに対し、200℃以上の熱処理材(試料No.4-4～4-6及び5-4～5-6)は、平均粒径10 μ m以下の微細結晶粒となっている。このうち200～250℃の熱処理材(試料No.4-4、4-5及び5-4、5-5)では平均粒径が5 μ m以下になっている。また、150℃の熱処理材(試料No.4-3及び5-3)では、平均粒径3 μ m以下の結晶粒と平均粒径15 μ m以上の結晶粒の混合組織となっており、3 μ m以下の結晶粒の面積率が10%以上であった。従って、合金組織が微細な結晶粒からなる、あるいは微細な結晶粒と粗大な結晶粒との混合組織であることで、強度と靱性のバランスがとれたマグネシウム基合金管が得られることがわかる。

【 0 0 6 1 】

上記150℃～300℃の熱処理材(試料No.4-3～4-6及び5-3～5-6)は、2パス以上の多パスの繰り返し引き抜き加工も可能であった。また、上記試料No.4-3～4-6及び5-3～5-6は、表面粗さがRzで5 μ m以下であった。更に、管表面の軸方向残留引張応力をX線回折法により求めたところ、同応力は80MPa以下であった。そして、

管外径の偏径差(管の同一断面における外径の最大値と最小値との差)が0.02mm以下であった。

【 0 0 6 2 】

(実施例 5)

質量%で、Al : 1.2%、Zn : 0.4%、Mn : 0.3%を含み、残部がMgおよび不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金(AZ10合金)の押出原管材、質量%でAl : 4.2%、Si : 1.0%、Mn : 0.40%を含み、残部がMg及び不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金(AS41合金)の押出原管材、質量%でAl : 1.9%、Si : 1.0%、Mn : 0.45%を含み、残部がMg及び不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金(AS21合金)の押出原管材を用いて、150℃の温度にて外径φ12.0mmまで引き抜き加工を行い、引き抜き加工後、200℃で熱処理を施して管を得た。各押出原管材はいずれも外径φ15.0mm、肉厚1.5mmである。引き抜き後の熱処理温度を200℃にした以外は、実施例1と同様に引き抜き加工、熱処理を行った。比較として、同様の方法で、引き抜き後の熱処理温度を100℃にした試料を作製した。また、実施例4と同様にして、得られた管の結晶粒径を調査した。得られた引き抜き管の引張強度、0.2%耐力、破断伸び、YP比、結晶粒径を表6に示す。

【 0 0 6 3 】

【表 6】

合金種	試料 No.	熱処理温度 ℃	引張強度 MPa	0.2%耐力 MPa	YP 比	破断伸び %	平均結晶粒径 μm
AZ10	6-1	なし	325	304	0.94	9.0	18.5
	6-2	100	322	301	0.93	9.0	18.0
	6-3	200	291	250	0.86	18.0	4.0
	6-4	押出材	210	120	0.57	10.0	20.1
AS41	6-5	なし	371	345	0.93	9.0	19.3
	6-6	100	368	340	0.92	9.0	19.2
	6-7	200	325	276	0.85	18.5	3.8
	6-8	押出材	251	148	0.59	9.0	21.2
AS21	6-9	なし	330	310	0.94	9.5	19.9
	6-10	100	328	305	0.93	9.0	19.5
	6-11	200	299	257	0.86	18.5	3.9
	6-12	押出材	210	135	0.64	10.5	20.2

【 0 0 6 4 】

表 6 に示すようにいずれの合金においても、引き抜き加工及び熱処理を行っていない押出材(試料No.6-4、6-8、6-12)と比較して、引き抜き加工後に200℃の熱処理を行った試料No.6-3、6-7、6-11は、伸び及び強度の大幅な向上が確認できる。また、得られた試料の結晶粒径は、押出材(試料No.6-4、6-8、6-12)、熱処理を施していない試料No.6-1、6-5、6-9や100℃の熱処理材(試料No.6-2、6-6、6

-10)が $15\mu\text{m}$ 以上の大きな結晶粒径を示した。これに対し、 200°C の熱処理材(試料No.6-3、6-7、6-11)は、 $5\mu\text{m}$ 以下の微細結晶粒となっている。また、得られた試料No.6-3、6-7、6-11は、表面粗さがRzで $5\mu\text{m}$ 以下、X線回折で求めた管表面の軸方向残留引張応力が 80MPa 以下、管外径の偏径差が 0.02mm 以下であった。

【 0 0 6 5 】

(実施例 6)

ZK40合金及びZK60合金の押出原管材(外径 $\phi 15.0\text{mm}$ 、肉厚 1.5mm)を用いて、外径 $\phi 12.0\text{mm}$ まで引き抜き加工を行い、引き抜き加工後、種々の温度で熱処理を施し、種々の管を得た。用いたZK40合金の押出材は、質量%でZn:4.1%、Zr:0.5%を含み、残部がMg及び不可避的不純物からなるマグネシウム基合金、ZK60合金の押出材は、質量%でZn:5.5%、Zr:0.5%を含み、残部がMg及び不可避的不純物からなるマグネシウム基合金からなるものである。引き抜き加工は、 150°C の温度にて空引きにより1パスにて行った。断面減少率は21.0%であった。加工温度は、ダイスの前にヒータを設置し、ヒータの加熱温度を加工温度とした。加工温度への昇温速度は $1\sim 2^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 、引抜速度は $10\text{m}/\text{min}$ である。引き抜き後の管の冷却は、空冷で冷却速度:約 $1\sim 5^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ にて実施し、室温まで冷却後、改めて $100\sim 300^{\circ}\text{C}$ の温度にて15分間の加熱処理を行った。

【 0 0 6 6 】

得られた管の引張強度、0.2%耐力、破断伸び、YP比、結晶粒径を調査した。平均結晶粒径は、管の断面組織を顕微鏡にて拡大し、視野内における複数の結晶の粒径を測定して、その平均値を求めた。結果を表7及び表8に示す。

【 0 0 6 7 】

【表 7】

合金種	試料 No.	熱処理温度 ℃	引張強度 MPa	0.2%耐力 MPa	YP 比	破断伸び %	平均結晶粒径 μm
ZK40	7-1	なし	425	399	0.94	8.5	19.3
	7-2	100	422	392	0.93	8.0	18.5
	7-3	150	412	368	0.89	12.0	混粒
	7-4	200	352	301	0.86	18.0	3.6
	7-5	250	341	276	0.81	19.0	4.4
	7-6	300	332	260	0.78	21.0	7.8
	7-7	押出材	275	201	0.73	8.0	19.8

【 0 0 6 8 】

【表 8】

合金種	試料 No.	熱処理温度 ℃	引張強度 MPa	0.2%耐力 MPa	YP 比	破断伸び %	平均結晶粒径 μm
ZK60	8-1	なし	458	431	0.94	9.5	18.8
	8-2	100	452	422	0.93	9.0	18.9
	8-3	150	428	381	0.89	12.5	混粒
	8-4	200	372	315	0.85	18.0	3.2
	8-5	250	358	289	0.81	19.0	4.5
	8-6	300	337	265	0.79	20.0	7.7
	8-7	押出材	295	212	0.72	9.0	20.5

【 0 0 6 9 】

表 7, 8 から明らかなように、ZK40合金及びZK60合金のいずれにおいても、引き抜き加工及び熱処理を行っていない押出材(試料No.7-7及び8-7)と比較して、引き抜き加工後に150℃以上の熱処理を行った試料No.7-3～7-6及び8-3～8-6は、伸び及び強度の大幅な向上が確認できる。具体的には、これらの試料No.7-3～7-6及び8-3～8-6は、引張強度300MPa以上、0.2%耐力220MPa以上、YP比0.75以上0.90未満、伸び12%以上であり、延性と強度の両立した特性を示す。特に熱処理温

度が200℃以上の試料No.7-4～7-6及び8-4～8-6は、伸びが18%以上であり、より靱性に優れていることがわかる。このうち、熱処理温度が200℃以上250℃以下の試料No.7-4、7-5及び8-4、8-5は、引張強度340MPa以上、0.2%耐力250MPa以上、YP比0.80以上0.90未満、伸び18%以上と強度と延性のバランスがより良好である。

【 0 0 7 0 】

また、引き抜き加工後に150℃以上の熱処理を行った試料No.7-3～7-6及び8-3～8-6は、引き抜き加工後、温度100℃で熱処理を行った試料No.7-2及び8-2、引き抜き加工後、熱処理を施していない試料No.7-1及び8-1とを比較すると、引張強度、0.2%耐力、YP比は低下するものの、伸びが大きく上昇していることが確認できる。一方、熱処理温度が300℃を越えると引張強度の上昇分が小さくなり、好ましくは300℃以下の熱処理が望まれる。従って、引き抜き加工後、150℃以上300℃以下(好ましくは200℃以上300℃以下)の熱処理を行うことで、靱性により優れると共に、高い強度を有する管が得られることがわかる。

【 0 0 7 1 】

ここで得られた試料の平均結晶粒径は、表7及び8に示すように押出材(試料No.7-7及び8-7)や100℃以下の熱処理材(試料No.7-1、7-2及び8-1、8-2)は、15 μm 以上の大きな結晶粒径を示した。これに対し、200℃以上の熱処理材(試料No.7-4～7-6及び8-4～8-6)は、平均粒径10 μm 以下の微細結晶粒となっている。このうち200～250℃の熱処理材(試料No.7-4、7-5及び8-4、8-5)では平均粒径が5 μm 以下になっている。また、150℃の熱処理材(試料No.7-3及び8-3)では、平均粒径3 μm 以下の結晶粒と平均粒径15 μm 以上の結晶粒の混合組織となっており、3 μm 以下の結晶粒の面積率が10%以上であった。従って、合金組織が微細な結晶粒からなる、あるいは微細な結晶粒と粗大な結晶粒との混合組織であることで、強度と靱性のバランスがとれたマグネシウム基合金管が得られることがわかる。

【 0 0 7 2 】

上記150℃～300℃の熱処理材(試料No.7-3～7-6及び8-3～8-6)は、2パス以上の多パスの繰り返し引き抜き加工も可能であった。また、上記試料No.7-3～7-6及び8-3～8-6は、表面粗さがRzで5 μm 以下であった。更に、管表面の軸方向残留引

張応力をX線回折法により求めたところ、同応力は80MPa以下であった。そして、管外径の偏径差(管の同一断面における外径の最大値と最小値との差)が0.02mm以下であった。

【 0 0 7 3 】

(実施例 7)

ZK40合金及びZK60合金の押出原管材(外径 ϕ 15.0mm、肉厚1.5mm)を用いて、種々の温度にて外径 ϕ 12.0mmまで引き抜き加工を行い、種々の管を得た。用いたZK40合金の押出材は、質量%でZn : 4.1%、Zr : 0.5%を含み、残部がMg及び不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金、ZK60合金の押出材は、質量%でZn : 5.5%、Zr : 0.5%を含み、残部がMg及び不可避免の不純物からなるマグネシウム基合金からなるものである。引き抜き加工は、空引きにより2パスにて行い、1パス目で ϕ 13.5mmに加工した後、2パス目で ϕ 12.0mmまで加工を行った。1パス目の断面減少率は10.0%、2パス目の断面減少率は12.3%、トータルの断面減少率は21.0%であり、引き抜き後の管の冷却は、空冷で行い、冷却速度は1~5°C/secであった。加工温度は、ダイスの前にヒータを設置し、ヒータの加熱温度を加工温度としており、後述する実施例8についても同様である。加工温度への昇温速度は1~2°C/sec、引抜速度は10m/minである。得られた引き抜き管の特性を表9に示す。

【 0 0 7 4 】

【表 9】

合金種	試料 No.	加工温度 ℃	断面減少率 %	引張強度 MPa	破断伸び %	0.2%耐力 MPa	YP 比
ZK40	9-1	加工無し(押出材)		275	8.0	201	0.73
	9-2	20	21	加工できず			
	9-3	50	21	448	6.0	419	0.94
	9-4	100	21	432	9.0	405	0.94
	9-5	200	21	421	10.0	389	0.92
	9-6	300	21	395	11.5	362	0.92
ZK60	9-7	加工無し(押出材)		295	9.0	212	0.72
	9-8	20	21	加工できず			
	9-9	50	21	477	6.0	446	0.94
	9-10	100	21	464	9.0	435	0.94
	9-11	200	21	452	10.0	419	0.93
	9-12	300	21	426	10.5	392	0.92

【 0 0 7 5 】

表 9 に示すように ZK40 及び ZK60 合金の押出材(試料 No. 9-1 及び 9-7)は、引張強度 300MPa 未満、0.2% 耐力 220MPa 未満、YP 比 0.75 未満、伸び 8~9% である。一方、50℃ 以上の温度にて引き抜き加工を行った試料 No. 9-3~9-6 及び 9-9~9-12 は、5% 以上の優れた伸びと共に、300MPa 以上の高い引張強度、250MPa 以上の 0.2% 耐力、0.90 以上の YP 比を有している。即ち、これらの試料は、靱性を大きく低下させることなく、強度を向上できていることがわかる。これらの試料のうち、加工

温度を100℃以上300℃以下とした試料No.9-4～9-6及びNo.9-10～9-12は、伸びが8%以上とより高い値を有しており、靱性の点で特に優れている。従って、伸びを考慮すると、引き抜きの際の加工温度は、100℃以上300℃以下が好ましいことがわかる。これに対して、引き抜き温度が300℃を超えると、引張強度の上昇率は小さく、また20℃の室温にて引き抜き加工を行った試料No.9-2及び9-8は、断線のため加工できなかった。従って、50℃以上300℃以下(好ましくは100℃以上300℃以下)の加工温度で、より優れた強度-靱性バランスを示すことがわかる。

【 0 0 7 6 】

得られた試料No.9-3～9-6及び9-9～9-12は、3パス以上の多パスの繰り返し引き抜き加工も可能であった。また、これらの試料No.9-3～9-6及び9-9～9-12の表面粗さはRzで5 μ m以下であった。これらの試料No.9-3～9-6及び9-9～9-12の管表面の軸方向残留引張応力もX線回折により求めたところ、同応力は80MPa以下であった。更に、管外径の偏径差(管外形の同一断面における径の最大値と最小値との差)は0.02mm以下であった。

【 0 0 7 7 】

(実施例 8)

ZK40合金及びZK60合金の押出原管材(外径 ϕ 15.0mm、肉厚1.5mm)を用いて、断面減少率を変えて引き抜き加工を行い、外径の異なる種々の管を得た。用いたZK40合金の押出材は、質量%でZn : 4.1%、Zr : 0.5%を含み、残部がMg及び不可避免的不純物からなるマグネシウム基合金、ZK60合金の押出材は、質量%でZn : 5.5%、Zr : 0.5%を含み、残部がMg及び不可避免的不純物からなるマグネシウム基合金からなるものである。引き抜き加工は、空引きにより1パスにて行い、断面減少率はそれぞれ5.5%(引き抜き後の外径 ϕ 14.20mm)、10.0%(同 ϕ 13.5mm)、21.0%(同 ϕ 12.0mm)であった。加工温度は150℃、引き抜き後の冷却速度は1～5℃/sec、加工温度への昇温速度は1～2℃/sec、引抜き速度は10m/minである。得られた引き抜き管の特性を表10に示す。

【 0 0 7 8 】

【表 1 0】

合金種	試料 No.	加工温度 ℃	断面減少率 %	引張強度 MPa	破断伸び %	0.2%耐力 MPa	YP 比
ZK40	10-1	加工無し(押出材)		275	8.0	201	0.73
	10-2	150	5.5	339	10.5	306	0.90
	10-3	150	10	378	10.0	348	0.92
	10-4	150	21	425	8.5	399	0.94
ZK60	10-5	加工無し(押出材)		295	9.0	212	0.72
	10-6	150	5.5	377	10.5	342	0.91
	10-7	150	10	421	9.5	389	0.92
	10-8	150	21	458	9.5	431	0.94

【 0 0 7 9】

表10に示すようにZK40及びZK60合金の押出材(試料No.10-1及び10-5)は、引張強度300MPa未満、0.2%耐力220MPa未満、YP比0.75未満、伸び8～9%である。一方、断面減少率5%以上の引き抜き加工を行った試料No.10-2～10-4及び10-6～10-8は、8%以上の優れた伸びと共に、300MPa以上の高い引張強度、250MPa以上の0.2%耐力、0.90以上のYP比を有している。即ち、これらの試料は、断面減少率5%以上の引き抜き加工を行っても靱性を大きく低下させることなく、強度を向上

できていることがわかる。

【 0 0 8 0 】

また、得られた試料No.10-2～10-4及び10-6～10-8は、表面粗さがRzで5 μ m以下、X線回折で求めた管表面の軸方向残留引張応力が80MPa以下、管外径の偏径差が0.02mm以下であった。

【 0 0 8 1 】

(実施例 9)

質量%で、Al : 6.1%、Mn : 0.44%を含み、残部がマグネシウム合金 (AM60) と不純物とからなる押出管 (外径 ϕ 15.0mm、肉厚1.5mm) を用いて、150℃の温度にて外径 ϕ 12.0mmまで引き抜き加工を行って管を得た。引き抜きの際の温度を150℃にした以外は、実施例1と同様に引き抜き加工を行った。比較として同様の方法で引き抜きの際の温度を20℃にした試料を作製した。得られた引き抜き管の特性を表11に示す。

【 0 0 8 2 】

【表 1 1】

合金種	No.	加工温度 ℃	断面減少率 %	引張強度 MPa	破断伸び %	0.2%耐力 MPa	YP 比
AM60	11-1	加工無し (押出材)		267	8.5	165	0.62
	11-2	20	21	加工できず			
	11-3	150	21	375	8.0	348	0.93

【 0 0 8 3 】

表11に示すように、押出材は、引張強度267MPa、0.2%耐力165MPa、YP比0.62、伸び8.5%である。一方、断面減少率5%以上の引き抜き加工を行った試料は、8%の伸びと共に、300MPa以上の高い引張強度、250MPa以上の0.2%耐力、0.90%以上のYP比を有している。すなわち、この試料は、靱性を大きく低下させることなく、強度を向上できていることがわかる。また、得られた試料は、表面粗さがRzで5μm以下、X線回折で求めた管表面の軸方向残留引張応力が80MPa以下、管外径の偏径差が0.02mmであった。

【 0 0 8 4 】

(実施例10)

質量%で、Al : 6.1%、Mn : 0.44%を含み、残部がMgと不純物とからなるマグネシウム合金 (AM60) の押出管 (外径 ϕ 15.0mm、肉厚1.5mm) を用いて、150℃の温度にて外径 ϕ 12.0mmまで引き抜き加工を行い、引き抜き加工後200℃で熱処理を施して管を得た。引き抜きの際の温度を150℃にした点および引き抜き後に200℃の熱処理を行った点を除いて実施例1と同様に管を作製した。比較として同様の方法で引き抜き後の熱処理温度を100℃にした試料ならびに熱処理を施さない試料を作製した。また、実施例4と同様に、得られた管の平均結晶粒径を調査した。得られた引き抜き管の特性を表12に示す。

【 0 0 8 5 】

【表 1 2】

合金種	No.	熱処理温度 ℃	引張強度 MPa	0.2%耐力 MPa	YP 比	伸び %	平均結晶粒径 μm
AM60	12-1	なし	375	348	0.93	8.0	18.2
	12-2	100	372	344	0.92	8.0	18.5
	12-3	200	330	285	0.86	18.0	3.8
	12-4	押出材	267	165	0.62	8.5	18.5

【 0 0 8 6 】

表12に示すように、押出材と比較して引き抜き加工後に200℃の熱処理を行った試料は、伸び、強度の大幅な向上が確認できる。また、得られた試料の平均結晶粒径は、押出材、熱処理していない試料、100℃の熱処理材が15μm以上の大きな結晶粒径を示した。これに対し、200℃の熱処理材は、5μm以下の微細結晶粒となっている。また、得られた試料は、表面粗さがRzで5μm以下、X線回折で求めた管表面の軸方向残留引張応力が80MPa以下、管外径の偏径差が0.02mm以下であった。

【 0 0 8 7 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明マグネシウム基合金管の製造方法によれば、引き抜き加工条件を特定することで、強度と靱性とを兼ね備えたマグネシウム基合金管を得ることができる。特に、この管は、高い引張強度、高いYP比、高い0.2%耐力を有し、伸びといった靱性においても優れた特性を示している。従って、本発明マグネシウム基合金管は、椅子、テーブル、車椅子、担架、登山用のステッキなどに用いられるパイプや、自動車などのフレーム用パイプなど、強度に加えて軽量であることを要求される用途に有効である。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 強度と靱性に優れたマグネシウム基合金管と、その製造方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、Al : 0.1~12.0%、Mn : 0.1~1.0%を含むマグネシウム基合金管であって、次の構成を具える。

直径dが0.1mm以上10.0mm以下

長さLが1000d以上

引張強度が280MPa以上

伸びが5%以上

このようなマグネシウム基合金管は、加工温度50℃以上にて引き抜き加工したり、引き抜き加工を施した後、100℃以上300℃以下の温度に加熱することで得られる。

【選択図】 なし

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【提出日】 平成15年 2月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002- 83131

【承継人】

【識別番号】 302061613

【氏名又は名称】 住友電工スチールワイヤー株式会社

【代表者】 神取 瑛一

【承継人代理人】

【識別番号】 100100147

【弁理士】

【氏名又は名称】 山野 宏

【承継人代理人】

【識別番号】 100070851

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木 秀實

【提出物件の目録】

【物件名】 承継人であることを証明する書面 1

【物件名】 被承継人による権利の承継を証明する書面 1

【包括委任状番号】 0215422

会 社 分 割 承 継 証 明 書

平成 1 5 年 2 月 1 7 日

(承継人)

住 所 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号
名 称 住友電工スチールワイヤー株式会社
代表者 神取 瑛一 殿

(B)20300370004



(B)20300370008



(被承継人)

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号
名 称 住友電気工業株式会社
代表者 岡山 紀男



下記の発明に関する特許を受ける権利を貴社が承継したことに相違ありません。

記

- | | |
|------------|--------------------------|
| 1. 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 0 5 7 8 6 1 |
| 2. 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 0 5 7 8 7 0 |
| 3. 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 0 6 2 3 6 7 |
| 4. 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 0 6 2 4 3 2 |
| 5. 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 0 8 3 1 3 1 |

(B) 20300370008

商号	住友電工スチールワイヤー株式会社				変更年月日
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	登記年月日
本店	兵庫県伊丹市尾陽北一丁目1番1号				資本の額
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	金30億円
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	発行済株式の総数
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	6万株
公告する方法	官報に掲載する				会社成立の年月日
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	登記用紙を貼こした事出及び年月日
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社から
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	分割により設立
額面株式1株の金額	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 14年 10月 / 日 登記
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	
発行する株式の総数	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	
	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	平成 年 月 日	

商号·资本额

正德

印 第 九 〇

商 号 住友電工スチールワイヤー株式会社	
目 的	
1. 次の各種製品、複合製品の開発、製造、加工および販売	
①鉄鋼原材料、鉄鋼線材、鋼線、鋼棒、その他金属製品	
②上記金属以外の各種ワイヤー製品	
2. 前号の製品の応用設備・装置の設計、製造、販売および賃貸	
3. 土木工事、建築工事、電気工事その他工事の設計、監理および請負	
4. 前各号に関連する技術及びノウハウその他の情報の供与並びに指導	
5. 前各号に付帯関連しまたはこれを助成する一切の事業	



目 的 欄 / 丁

予 備 欄



商 号		住友電工スチールワイヤー株式会社																	
本 店		兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号																	
役員に関する事項		役員に関する事項																	
		年	月	日	原	因	登 記	年	月	日	原	因	登 記	年	月	日	原	因	
取締役 神取 瑛一	監査役 梅澤 茂	平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
取締役 高垣 陸司	監査役 青山 敬之	平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
取締役 渡部 幸一		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
取締役 平田 浩稔		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
取締役 横山 陸一		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
兵庫県伊丹市西台一丁目 3番5-711号		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
代表取締役 神取 瑛一		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	
監査役 廣瀬 浩敬		平成	年	月	日	登 記	年	月	日	平成	年	月	日	平成	年	月	日	登 記	

役員欄 / 丁

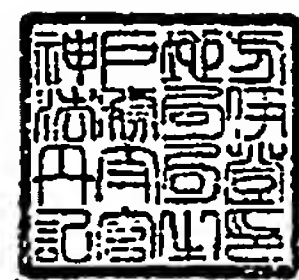
武

5

これは登記簿の謄本である。

平成15年-1月24日 神戸地方法務局伊丹支局

登記官 小林正敬



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 0 8 3 1 3 1
受付番号	2 0 3 0 0 3 7 0 0 0 8
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	鈴木 夏生 6 8 9 0
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出された物件の記事】

【提出物件名】	承継人であることを証明する書面	1
	被承継人による権利の承継を証明する書	1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名 住友電気工業株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 0 2 0 6 1 6 1 3]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 1 0 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号
氏 名	住友電工スチールワイヤー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.